



REVISTA CHAPINGO SERIE
HORTICULTURA
ISSN: 1027-152X
revistahorticultura29@gmail.com
Universidad Autónoma Chapingo
México

Garduño-González, J.; Morales-Rosales, E. J.; Guadarrama-Valentín, S.; Escalante-Estrada, J. A.
BIOMASA Y RENDIMIENTO DE FRIJOL CON POTENCIAL EJOTERO EN UNICULTIVO Y
ASOCIADO CON GIRASOL

REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA, vol. 15, núm. 1, enero-abril, 2009, pp. 33-39
Universidad Autónoma Chapingo
Chapingo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60913518006>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

BIOMASA Y RENDIMIENTO DE FRIJOL CON POTENCIAL EJOTERO EN UNICULTIVO Y ASOCIADO CON GIRASOL

**J. Garduño-González¹; E. J. Morales-Rosales^{1*};
S. Guadarrama-Valentín¹; J. A. Escalante-Estrada²**

¹Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento,
Facultad de Ciencias Agrícolas, UAEMéx.
Campus Universitario El Cerrillo, Piedras Blancas,
Toluca Estado de México. C. P. 50200. MÉXICO.

Correo-e: ejmorales@colpos.mx y ejmr@uamex.mx (*Autor responsable)
²Especialidad de Botánica, IRENAT. Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco,
Montecillo, Estado de México. C. P. 56230. MÉXICO.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue estimar la producción de biomasa, rendimiento y algunos de sus componentes de dos cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con potencial ejotero ('Acerado' y 'Criollo'), en unicultivo y asociado con dos cultivares de girasol (*Helianthus annuus* L.) ('Sunbright' y 'Victoria'). El estudio se realizó durante el ciclo primavera-verano 2006 bajo condiciones de temporal en Tenancingo, Méx. Las variables evaluadas fueron: índice de área foliar (IAF), tasa de asimilación neta (TAN), biomasa total (BT), diámetro de vaina (DV), longitud de vaina (LV), número de vainas·m⁻² (NV) y rendimiento de vaina·m⁻² (RV); las cuales fueron analizadas en arreglo factorial, bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Para estimar el grado de asociación, entre las variables estudiadas y el rendimiento de vainas, se realizó un análisis de correlación lineal simple.

En el factor cultívar se detectaron diferencias estadísticas significativas para la TAN y DV; para el factor sistemas de siembra hubo diferencias significativas para BT, DV, NV y RV. La interacción cultívar * sistema de siembra fue significativa en todas las variables, excepto en la TAN. En ese sentido, las asociaciones 'Criollo' + 'Sunbright', 'Acerado' + 'Victoria' y 'Acerado' en unicultivo, presentaron el mayor RV. Las variables IAF, BT y NV se correlacionaron positiva y significativamente con el rendimiento de vaina. Los resultados indican que 'Criollo' y 'Acerado', asociados con 'Sunbright' y 'Victoria', respectivamente, responden positivamente a la asociación, constituyendo una buena opción para los productores de la región de Tenancingo, México.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: *Phaseolus vulgaris* L., *Helianthus annuus* L., cultivos múltiples, cultivos asociados, competencia, complementación.

BIOMASS AND YIELD OF SNAPBEAN IN MONOCROPPING AND INTER-CROPPING WITH SUNFLOWER

ABSTRACT

The aim of this study was the estimation of biomass production, yield and yield components of two cultivars ('Acerado' and 'Criollo') of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) with high potential for the snap bean production, monocropped and intercropped with two cultivars of sunflower (*Helianthus annuus* L.) ('Sunbright' and 'Victoria'). The study was done during the spring of 2006 under rainfed conditions in Tenancingo, Mexico. The variables evaluated were leaf area index (LAI), net assimilation rate (NAR), total biomass (TB), pod diameter (PD), pod length (PL), number of pods·m⁻² (NP) and pod yield·m⁻² (PY), which were analyzed in a randomized complete block factorial arrangement. In order to consider the degree of association between the studied variables and pod yield, an analysis of simple linear correlation was made.

In cultivar factor, statistical differences were detected in NAR and PD; for the sowing systems factor there were significant differences in TB, PD, NP and PY. The interaction of cultivars * sowing system was significant in all the variables, except in NAR. The associations 'Criollo' + 'Sunbright', 'Acerado' + 'Victoria', and monocropped 'Acerado' had the highest PY. The variables LAI, TB and NP were correlated positively and significantly with the pod yield. The results indicate that 'Criollo' and 'Acerado', associated with

'Sunbright' and 'Victoria', respectively, respond positively to the association, constituting a favorable option for the producers of the region of Tenancingo, Mexico.

ADDITIONAL KEY WORDS: *Phaseolus vulgaris* L., *Helianthus annuus* L., multiple crops, intercropping, competition, complementarity.

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es un alimento básico en la dieta del mexicano, además de ser consumido como semilla seca, la vaina se aprovecha como verdura, la cual aporta a la dieta del ser humano vitaminas y minerales que éste no sintetiza (Santos *et al.*, 1997). En ese sentido, Esquivel *et al.* (2006) mencionan que el "ejote" es una fuente importante de proteínas, calcio y vitaminas (principalmente del complejo B).

La superficie sembrada con frijol ejotero a nivel nacional en 2003 fue de 9,835 ha con un rendimiento promedio de 9.8 t·ha⁻¹. En el Estado de México la producción de ejote está destinada para satisfacer el mercado local, pero en los últimos años, la superficie cultivada con esta verdura en la entidad ha ido disminuyendo y actualmente se está consumiendo ejote procedente de estados como Morelos, Puebla, Tlaxcala e Hidalgo (SAGARPA, 2003).

En la región centro del país esta hortaliza es sembrada en forma convencional, utilizando diversos tipos de espalderas (estructuras metálicas, postes de madera, carrizo, etc.) que sin duda son eficientes para una mayor producción de la planta, pero por su alto valor, elevan considerablemente el costo de producción de esta verdura (Escalante *et al.*, 2001). Asimismo, la tala inmoderada de especies forestales de regeneración lenta utilizada como tutor en la producción de ejote, constituye un grave problema en la producción de frijol con fines hortícolas.

Una alternativa de solución, es utilizar "espalderas vivas", las cuales funcionarían como tutores de las plantas de frijol. La asociación de frijol con girasol constituye una buena opción, ya que ambas especies por sus diferencias morfológicas (en el sistema radical y vástago) y fisiológicas (el frijol tiene un punto de saturación de luz inferior al girasol) se complementan mutuamente en el uso de los recursos (agua, radiación, nutrientes) (Morales *et al.*, 2006). Un valor agregado, es que las plantas de girasol además de servir de soporte al frijol, proporcionan ganancias adicionales ya sea por la venta de flor de corte o bien al dejar madurar la inflorescencia se pueden comercializar los aquenios.

Dentro de los estudios recientes realizados con frijol ejotero, destacan los siguientes: Escalante y Kohashi (1997) en un experimento en donde evaluaron al cultivar 'Japonés' utilizando cañas de *Arundo donax* como espalderas artificiales tipo vertical y tipo "V" invertida, encontraron un rendimiento de vaina de 1,040 y 870 g·m⁻², respectivamente.

Morales y Escalante (2004) evaluando diferentes

niveles de nitrógeno y fósforo en la asociación frijol-girasol, reportaron una mayor producción de biomasa y rendimiento de frijol cuando fertilizaron con el tratamiento 80-90-00.

Esquivel *et al.* (2006) evaluaron la productividad y adaptación del frijol ejotero en el valle de México y reportaron que las variedades de mayor producción de ejote fueron 'Ejotero' con 5.3 t·ha⁻¹ (sembrada el 21 de mayo) y 'US Núm. 3' con 16.1 t·ha⁻¹ (sembrada el 21 de junio). Asimismo, agregan que la variedad 'Bayo Alteño' (13.9 t·ha⁻¹) mostró buena adaptación y alta producción de ejote y grano en ambas fechas de siembra, aunque debido a su menor calidad nutricional es posible usarlo como progenitor para el mejoramiento genético de la adaptación y resistencia a las enfermedades del frijol ejotero en el Valle de México (Esquivel *et al.*, 2006)

El objetivo del presente trabajo fue estimar la producción de biomasa, rendimiento de vaina y algunos de sus componentes de dos cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con potencial ejotero en unicultivo (utilizando espalderas verticales) y asociado con dos cultivares de girasol (*Helianthus annuus* L.).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó durante el año de 2006 bajo condiciones de temporal en Tenancingo, Estado de México (18° 58' N; 99° 36' O), a una altitud de 2,020 m, con temperatura y precipitación media anual de 18.2 °C y 1,199 mm, respectivamente (García, 1987). El suelo donde se desarrolló el experimento es de textura franco-arcillosa, con un pH de 6.19 y un contenido de materia orgánica de 3.8 %.

Los tratamientos evaluados fueron seis y se obtuvieron mediante el arreglo factorial de dos cultivares de frijol con potencial ejotero: 'Acerado' y 'Criollo' (ambos de crecimiento indeterminado) y tres sistemas de siembra: en unicultivo (con espaldera a base de polines, alambre y rafia), asociado con girasol ornamental 'Sunbright' (F + S) y asociado con girasol para producción de aceite 'Victoria' (F + V). La siembra se realizó el 1 de junio de 2006. Las parcelas experimentales consistieron cada una de cuatro surcos de 5.0 m de longitud, distanciados a 0.80 m, la distancia entre plantas en los unicultivos fue de 0.30 m y en las asociaciones fue de 0.15 m (alternando una planta de frijol y una de girasol). Se fertilizó con la fórmula 80-90-00 de NPK, cuarenta unidades de nitrógeno y todo el fósforo se aplicaron en la siembra, y el resto del nitrógeno en la primera escarda.

Durante el desarrollo del experimento se registraron

los días a emergencia (E), inicio de floración (R6) e inicio de formación de vaina (R7), siguiendo el criterio de Escalante y Kohashi (1993). También se registró de la estación meteorológica de San Pedro Zictepec, Estado de México, la temperatura máxima (Tmáx) y mínima (Tmín) y, posteriormente, con estos datos se estimó el tiempo térmico mediante el método residual de Snyder (1985) con la siguiente expresión:

$$TT = \frac{Tmáx + Tmín}{2} - TB$$

Donde:

TT = tiempo térmico; Tmáx y Tmín = temperatura máxima y temperatura mínima; TB = Temperatura base de frijol, la cual se consideró como 8 °C.

En los sistemas de siembra, se realizaron muestreos destructivos de tres plantas de la parcela útil a los 30 días después de la siembra (dds) y a la cosecha, en cada uno de los muestreos se midió el área foliar (sin incluir pecíolo) con un integrador de área foliar (Li-cor 3100) y el índice de área foliar (IAF), este último se estimó según Escalante y Kohashi (1993) mediante la relación siguiente:

$$IAF = \frac{AF * DP}{10,000 \text{ cm}^2}$$

Donde:

IAF = índice de área foliar; AF = área foliar por planta (cm^2); DP = número de plantas· m^{-2} . A la cosecha, se estimó la tasa de asimilación neta (TAN), biomasa total (BT), así como el rendimiento de vaina (RV) y algunos de sus componentes tales como: número de vainas (NV), longitud de vaina en cm (LV) y diámetro de vaina en cm (DV). La TAN se estimó según Escalante y Kohashi (1993) mediante la relación siguiente:

$$TAN = \left(\frac{PS_2 - PS_1}{AF_2 - AF_1} \right) \left(\frac{\ln AF_2 - \ln AF_1}{t_2 - t_1} \right)$$

Donde:

TAN = tasa de asimilación neta; $PS_2 - PS_1$ = peso seco final y peso seco inicial; AF_2 y AF_1 = área foliar final y área foliar inicial; \ln = logaritmo natural de AF_2 y logaritmo natural de AF_1 ; t_2 y t_1 = tiempo final y tiempo inicial.

Las variables estudiadas se sometieron a un análisis de varianza para un diseño de bloques completos al azar

con arreglo factorial; cuando las pruebas de F resultaron significativas se realizó la prueba de comparación de medias de la Diferencia Mínima Significativa a una $P \leq 0.05$. Para conocer el grado de asociación entre el rendimiento de vaina y algunos de sus componentes se realizó un análisis de correlación lineal simple.

Para saber el ingreso neto de los distintos tratamientos evaluados, se realizó un análisis económico discreto a la variable rendimiento de vaina, utilizando la relación propuesta por Volke, (1982).

$$IN = YPy - (\Sigma SiPi + CF)$$

Donde:

IN = ingreso neto; Y = rendimiento de vaina ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$); Py = precio por kg de ejote en el mercado: $\Sigma SiPi$ = suma de costos variables; CF = costo fijo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fenología y tiempo térmico

La fenología y el tiempo térmico en los cultivares de frijol ejotero, no fueron modificados por la siembra simultánea con los cultivares de girasol. Así, la emergencia (E) ocurrió a los 10 días después de la siembra (dds), el inicio de floración (R6) a los 58 dds, la formación de vaina (R7) a los 98 dds y el último corte de vaina fue a los 123 dds. El tiempo térmico acumulado en cada una de las etapas fenológicas para los dos genotipos fue de: 88.2 unidades térmicas (UT) a la E; 593.4 UT a (R6) y 948 UT a formación de vaina (R7). No existe información de la acumulación de tiempo térmico de los cultivares de frijol (crecimiento indeterminado) empleados en la presente investigación, sin embargo, Morales *et al.* (2006) en Montecillo, Méx. en el frijol 'Michoacán' de hábito de crecimiento indeterminado, reportaron resultados diferentes en el tiempo térmico acumulado a la emergencia e inicio de floración cuyos valores fueron de 105 y 840 UT, respectivamente. En otro estudio realizado por Esquivel *et al.* (2006) reportan una acumulación de unidades térmicas (de la siembra a inicio de floración) de 779, 971, 780 y 935 para los cultivares 'Pinto Villa', 'Tlaxcala 62', 'pt91982' y 'Flor de Mayo M38', respectivamente, cuando se sembraron en fecha de 12 de junio de ese año.

Índice de área foliar, tasa de asimilación neta y producción de biomasa total

El análisis de varianza que se presenta en el Cuadro 1, revela que para el factor cultivares, existieron diferencias altamente significativas para la TAN, no así para las variables IAF y BT. En cuanto al factor sistemas de siembra, para la BT existieron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.01$),

CUADRO 1. Medias de las variables evaluadas para el factor cultivares y sistemas de siembra en frijol ejotero bajo condiciones de unicultivo y asociado con girasol. Valores promedio de cuatro repeticiones. 2006. Tenanciango, Méx.

Factor	Tan (g·m ⁻² ·día ⁻¹)	IAF (g·m ⁻²)	BT (g·m ⁻²)	NV (g·m ⁻²)	LV (cm)	DV (cm)	RV (g·m ⁻²)
Cultivar	9.55**	0.65 ^{NS}	0.63 ^{NS}	0.34 ^{NS}	1.20 ^{NS}	12,060***	0.37 ^{NS}
'Criollo'	0.88 b ^z	3.49 a	309.42 a	619.14 a	10.83 a	2.10 a	940.08 a
'Acerado'	1.12 a	3.41 a	316.98 a	678.09 a	10.65 a	1.12 b	356.60 a
DMS	0.16	0.21	20.08	47.93	0.34	0.019	57.60
Sistema	0.45 ^{NS}	0.77 ^{NS}	8.63 ^{NS}	7.06 ^{NS}	2.69	4,146***	13.28***
Unicultivo	0.95 a	3.47 a	336.9 a	668.04 b	10.67 a	1.12 c	1,036.0 a
F + SD	1.03 a	3.52 a	289.0 b	643.18 b	11.00 a	1.60 b	865.63 b
F + V	1.03 a	3.37 a	313.8 ab	742.63 a	10.56 a	2.11 a	943.38 b
DMS	0.24	0.31	29.28	71.54	0.50	0.028	85.97
CV	18.70 %	7.0 %	7.36 %	3.64 %	6.97 %	1.35 %	8.04 %
C * S	0.53 ^{NS}	4.16*	40.20***	54.02***	18.54***	4,188***	55.25***

^zValores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de DMS a una $P \leq 0.05$.

DMS: Diferencia mínima significativa, CV: Coeficiente de variación.

NS: *, **, ***: No significativo y significativo a una $P \leq 0.05, 0.01$ y 0.001 , respectivamente.

F+S: frijol asociado con girasol 'Sunbright'; F+V: frijol asociado con girasol 'Victoria'; C: cultivares de frijol; S: sistemas de siembra; C*S: interacción cultivares de frijol por sistema de siembra; TAN: tasa de asimilación neta; IAF: Índice de área foliar; BT: biomasa total; RV: rendimiento de vaina por métrico cuadrado; NV: nº número de vainas por metro cuadrado; DV: diámetro de vaina; LV: longitud de vaina.

mientras que, para las características TAN e IAF no hubo diferencias significativas. La interacción cultivares * sistema no fue significativa para la TAN, ni para el IAF, sin embargo, la biomasa total mostró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$).

En el Cuadro 1 se aprecia que entre cultivares, el frijol 'Acerado' en promedio mostró una mayor TAN que el 'Criollo', lo cual indica que el follaje de este genotipo fue más eficiente en la producción de fotoasimilados, mostrando una mayor velocidad de fotosíntesis neta (Escalante y Kohashi, 1993; Morales *et al.*, 2008). Por otro lado, en cuanto a los sistemas de siembra en la variable BT, bajo condiciones de unicultivo (336.9 g·m⁻²) y en la asociación F + V (313.8 g·m⁻²), se registraron en promedio los máximos valores para esta característica superando en 14.2 y 7.9 % al valor presentado por la combinación F + S (289 g·m⁻²). El IAF más alto de la asociación F + V (3.52) respecto a F + S (3.37) redundó en una mayor producción de biomasa, coincidiendo con lo reportado por Tsubo *et al.* (2003) en la asociación maíz-frijol en donde a mayor IAF se incrementó la biomasa producida. Asimismo, la mayor producción de materia seca en la asociación F + V con relación a F + S puede ser debida a la complementación en el uso de los recursos que se estableció entre las especies componentes de la asociación.

Respecto a la interacción C * S (Figura 1), el IAF presentó el valor más alto en la combinación 'Criollo' + 'Sunbright', sin embargo, no fue distinto desde el punto de vista estadístico del tratamiento 'Acerado' en unicultivo. La biomasa total fue superior en 'Acerado' en unicultivo y en las asociaciones 'Acerado' + 'Victoria' y 'Criollo' + 'Sunbright'. En la Figura 1 también se aprecia que las asociaciones 'Criollo' + 'Victoria' y 'Acerado' + 'Sunbright' fueron las que presentaron los promedios más bajos en las variables IAF y BT lo cual sugiere, que los cultivares componentes en dichas

asociaciones pudieron tener un efecto de competencia que impidió que expresaran su potencial en la producción de biomasa. Sarandón y Chamorro (2003) mencionan que la competencia generada por cultivos que comparten un mismo espacio se define como un proceso a través del cual los cultivos limitan el recurso mutuamente, de tal manera que este no satisface su demanda generando una reducción en la supervivencia, crecimiento y rendimiento de las plantas individuales del cultivo o su fecundidad. En ese sentido, Morales y Escalante (2004) reportaron efectos de competencia en la asociación de frijol 'Canario 107' y girasol 'Victoria', lo cual redundó en una menor producción de materia seca por parte de la leguminosa.

Rendimiento de vaina y algunos componentes

El Cuadro 1 muestra diferencias altamente significativas para el factor cultivares en el DV; para sistemas, hubo diferencias altamente significativas para NV, DV y RV; mientras que para la interacción el NV, LV, DV y RV fueron altamente significativos. También se observa que 'Criollo', presentó un DV superior a 'Acerado'. Respecto a los sistemas de siembra, el unicultivo en promedio tuvo un mayor RV que las asociaciones Frijol + 'Sunbright' y Frijol + 'Acerado'; sin embargo, en las variables NV y DV el sistema frijol + 'Victoria' en promedio obtuvo los máximos valores y por lo tanto, la producción de vaina (943.38 g·m⁻²) en ese sistema sólo fue inferior al unicultivo (en promedio) en 9 %. Lo anterior indica que ambos cultivares de frijol se complementaron satisfactoriamente con el girasol 'Victoria' (Morales y Escalante, 2004; Morales *et al.*, 2006). En ese sentido, Maddonni y De la Fuente (2003) indican que la complementación ocurre cuando cada especie componente de la asociación no experimenta un efecto negativo en su crecimiento y desarrollo cuando crece junto a otra. En relación a los recursos disponibles, la complementación

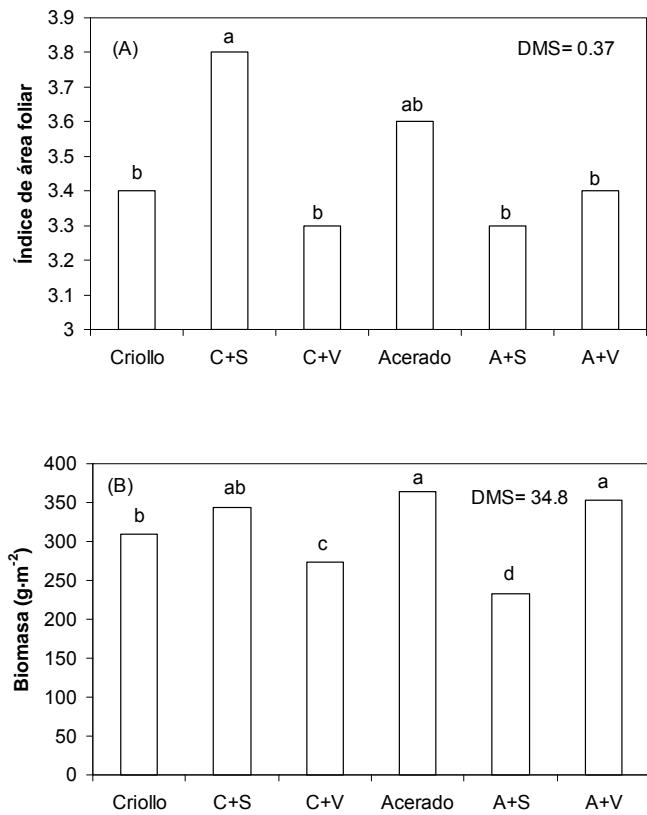


FIGURA 1. Índice de área foliar (A) y biomasa total (B) de frijol ejotero en unicultivo y asociado con girasol, las barras con la misma letra, no difieren estadísticamente entre sí. DMS: diferencia mínima significativa a una $P \leq 0.05$; C+S, C+V, A+S, A+V: frijol 'Criollo' y 'Acerado' asociado con girasol 'Sunbright' y 'Victoria', respectivamente. 2006. Tenancingo, Méx.

implica que la captura de los recursos limitantes es mayor y por lo tanto más efectiva la utilización de los mismos en las especies asociadas en comparación con los unicultivos.

La interacción C * S fue altamente significativa en las variables RV, NV, LV y DV.

En la Figura 2, se muestra el comportamiento de las variables RV, NV, LV y DV en unicultivo y en las cuatro asociaciones. Se aprecia que el mayor RV lo obtuvo 'Acerado' ($1,122.7 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$) bajo condiciones de unicultivo, sin embargo, no difirió significativamente de las asociaciones 'Criollo' + 'Sunbright' ($1,056.8 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$) y 'Acerado' + 'Victoria' ($1,072.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$). Asimismo, estas combinaciones presentaron los promedios más elevados en las variables NV y LV, no así en la variable DV, donde fue superior la combinación C + V. Este hecho indica que la competencia del girasol hacia los cultivares de frijol por los insumos para la producción agrícola fue mínima. Resultados similares reportan Morales *et al.* (2007) cuando asociaron frijol 'Michoacán' y girasol 'Victoria', ya que dicha asociación obtuvo un rendimiento de grano estadísticamente igual que el unicultivo de frijol. En contraste, en esta investigación, la asociación 'Criollo' + 'Victoria'

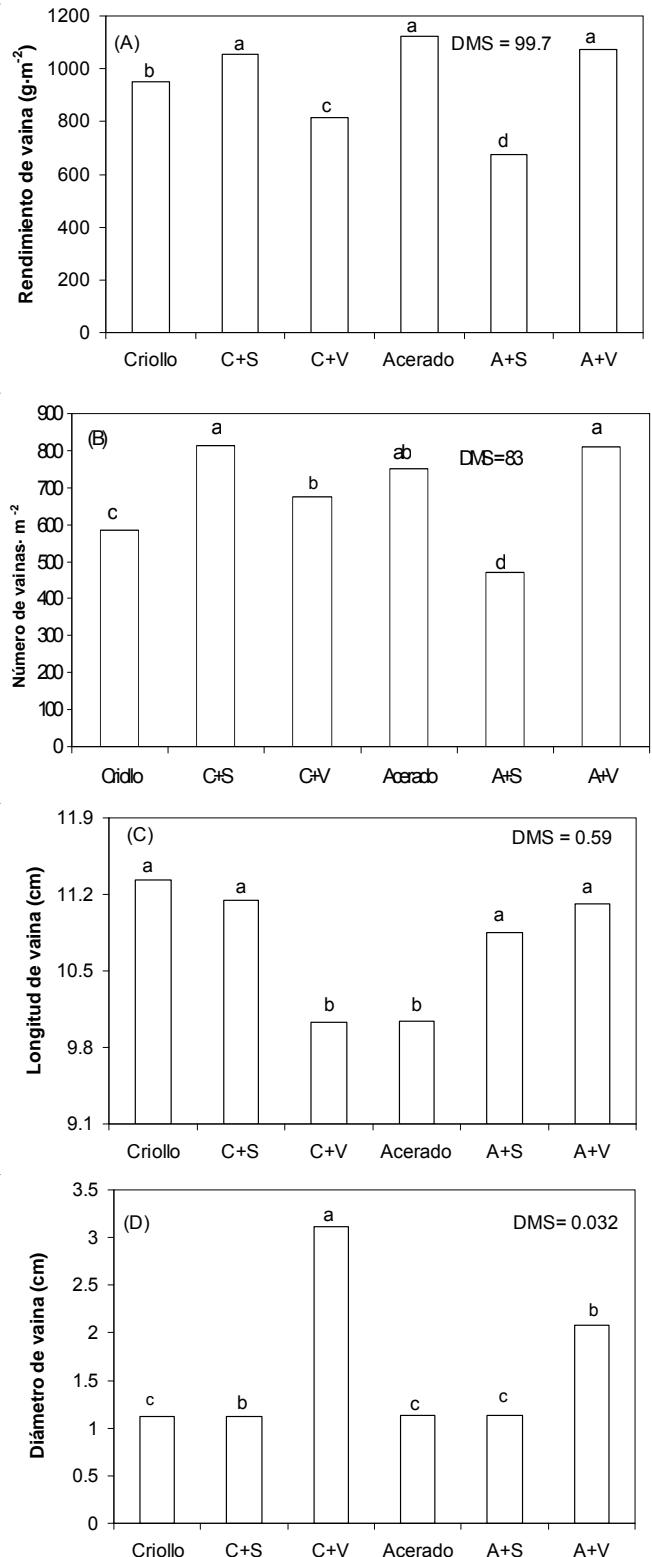


FIGURA 2. Rendimiento de vaina (A), número de vainas (B), longitud de vaina (C) y diámetro de vaina (D) de frijol ejotero en unicultivo y asociado con girasol, las barras con la misma letra, no difieren estadísticamente entre sí. DMS: diferencia mínima significativa a una $P \leq 0.05$; C+S, C+V, A+S, A+V: frijol 'Criollo' y 'Acerado' asociado con girasol 'Sunbright' y 'Victoria', respectivamente. 2006. Tenancingo, Méx.

(814.3 g·m⁻²) y 'Acerado' + 'Sunbright' (674.5 g·m⁻²) no fue positiva y la competencia entre los cultivares de frijol y girasol fue más acentuada, reflejándose en una reducción en el rendimiento de ejote de 27.5 y 39.9 %, respectivamente, en relación con 'Acerado' en unicultivo que fue el tratamiento que obtuvo más producción de vaina.

El análisis de correlación lineal simple (Cuadro 2), revela que las características TAN, DV, y LV, no se correlacionaron con el rendimiento de vaina, sin embargo, las variables IAF ($P \leq 0.05$), NV y BT ($P \leq 0.001$) se correlacionaron positiva y significativamente con la producción de vaina, siendo éstas las características que influyeron en la expresión de este carácter. Lo anterior coincide parcialmente con lo encontrado por Cárcova *et al.* (2003) y Morales *et al.* (2007) al indicar que el NV es el componente de rendimiento que más influye en la producción de grano de frijol.

Análisis económico

El análisis económico para la producción de vaina de los tratamientos evaluados se presenta en el Cuadro 3, en él se aprecia que con las asociaciones 'Acerado' + 'Victoria' y 'Criollo' + 'Sunbright' se obtuvieron las ganancias netas más elevadas con \$ 57,956.00 y \$ 49,738.00, respectivamente, cantidades que superaron al 'Acerado' en unicultivo en 48.7 y 40.2 %, respectivamente.

CUADRO 2. Coeficiente de correlación lineal simple entre el rendimiento de vaina y sus principales componentes de frijol ejotero en unicultivo y asociado con girasol. 2006. Tenancingo, México.

Rendimiento de vaina versus	r	Nivel de significancia
Número de vainas	0.75	***
Tasa de asimilación netra	0.28	NS
Diámetro de vaina	-0.21	NS
Longitud de vaina	-0.03	NS
Índice de área foliar	0.43	*
Biomasa total	0.99	***

NS; *; **: no significativo y significativo a una $P \leq 0.05$ y 0.001, respectivamente.
r: coeficiente de correlación lineal simple.

CUADRO 3. Rendimiento, costos e ingreso neto para la producción de frijol ejotero en función los sistemas de siembra, ocupando tutores inertes y espalderas vivas de girasol. 2006. Tenancingo, Méx.

Tratamiento	Rendimiento (kg·ha ⁻¹)	Ingreso total (\$)	Costo frijol (\$)	Costo variable (\$)	Costo total (\$)	Ingreso neto (\$)
'Criollo'	9,717.5	58,305	6,019	30,250 ^z	36,269	22,036
'Acerado'	11,002.5	55,015	6,019	30,250 ^z	36,269	29,746
C+S	10,612.3	63,674	6,019	7,917 ^y	13,936	49,738
A+S	6,700.3	40,202	6,019	7,917 ^y	13,936	26,266
c+V	8,142.5	48,855	6,019	375 ^x	6,294	42,461
A+V	10,725.0	64,350	6,019	375 ^x	6,394	57,956

Aunque la asociación 'Criollo' + 'Sunbright' presenta un ingreso neto aceptable, es necesario mencionar que el girasol 'Sunbright' es un cultivar con fines ornamentales (semilla híbrida de alto costo), por lo que los productores de la región generalmente orientan la producción de esta especie como planta de ornato bajo condiciones de unicultivo. La asociación de frijol 'Acerado' y girasol 'Victoria' resulta más atractiva para el productor, ya que 'Victoria' al ser un cultivar para la producción de aceite, el productor no necesita invertir gran cantidad de dinero para obtener la semilla.

Por otro lado, el ingreso neto en los unicultivos 'Criollo' y 'Acerado' es menor, pero si consideramos que la vida media de las espalderas convencionales es de dos años, el ingreso neto en el año siguiente podría ser mayor.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que 'Acerado' en unicultivo y asociado con 'Victoria' mostró el valor más elevado en la producción de biomasa, mientras que en la producción de vaina, 'Acerado' en unicultivo, presentó el mayor rendimiento de vaina aunque no difirió estadísticamente de las asociaciones 'Criollo' + 'Sunbright' y 'Acerado' + 'Victoria' por lo que estas asociaciones representan una buena opción para los pequeños agricultores de Tenancingo, México.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Autónoma del Estado de México por el apoyo financiero otorgado para el desarrollo del proyecto. Este trabajo forma parte de la tesis de maestría del estudiante Jesús Garduño, realizada en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEMex.

LITERATURA CITADA

CÁRCOVA J., G.; ABELEDO G.; LÓPEZ P., M. 2003. Análisis de la generación del rendimiento: crecimiento, partición y componentes, pp. 75-95. In: Producción de Granos. Bases Funcionales para su Manejo. SATORRE H., E.; BENECH L., R.; SLAFERA, G.; DE LA FUENTE B., E.; MIRALLES J., D.;

- OTEGUI E., M.; SAVIN R. (eds.). Editorial Facultad de Agronomía. Buenos Aires, Argentina.
- ESCALANTE E., J. A.; KOHASHI S., J. 1993. El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para la toma de datos. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- ESCALANTE E., J. A.; KOHASHI S., J. 1997. Yield in a pole snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in two types the trellises and two planting distances. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 40: 136-137.
- ESCALANTE E., J. A.; ESCALANTE E., L. E.; RODRIGUEZ G., M. T. 2001. Producción de frijol en dos épocas de siembra. Su relación con la evapotranspiración, unidades calor y radiación solar en clima cálido. *Terra* 19(4): 309-315.
- ESQUIVEL E., G.; ACOSTA G., J. A.; ROSALES S., R.; PEREZ H., P.; HERNADEZ C., M.; NAVARRETE M., R.; MURUAGA M., J. S. 2006. Productividad y adaptación de frijol ejotero en el valle de México. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 12(1): 119-126
- GARCÍA, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Ed. UNAM. México. 217p.
- MADDONNI A., G.; DE LA FUENTE B., E. 2003. ¿Qué se entiende por estructura del cultivo?, pp. 247-255. In: Producción de Granos. Bases Funcionales para su Manejo. SATORRE H., E.; BENECH L., R.; SLAVER A., G.; DE LA FUENTE B., E.; MIRALLES J., D.; OTEGUI E., M.; SAVIN R. (eds.). Editorial Facultad de Agronomía. Buenos Aires, Argentina.
- MORALES R., E. J.; ESCALANTE E., J. A. 2004. Biomass and seed yield of common bean in sole crop and intercrop. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 47: 207- 208.
- MORALES R., E. J.; ESCALANTE E., J. A.; TIJERINACH., L.; VOLKE H., V. H.; SOSA M., E. 2006. Biomasa, rendimiento, eficiencia en el uso del agua y de la radiación solar del agrosistema girasol-frijol. *Terra Latinoamericana* 24(1): 55-64.
- MORALES R., E. J.; ESCALANTE E., J. A.; LÓPEZ S., J. A. 2007. Producción de biomasa y rendimiento de semilla en la asociación girasol (*Helianthus annuus* L.) – frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en función del nitrógeno y fósforo. *Ciencia Ergosum* 14(2): 177-183.
- MORALES R., E. J.; ESCALANTE E., J. A.; LÓPEZ S., J. A. 2008. Crecimiento, índice de cosecha y rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en unicultivo y asociado con girasol (*Helianthus annuus* L.). *Universidad y Ciencia* 24(1): 1-10.
- SAGARPA (SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN) 2003. Producción de hortalizas. <http://www.sagarpa.gob.com.mx> (verificado 15 de agosto de 2007).
- SANTOS V., C.; KOHASHI S., J.; BACA C., G. 1997. Effect of pod picking on growth and dry matter allocation in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Öyton* 60(1):77-82.
- SARANDÓN J., S.; CHAMORRO M., A. 2003. Policultivos en los sistemas de producción de granos, pp. 353-370. In: Producción de Granos. Bases Funcionales para su Manejo. SATORRE H., E.; BENECH L., R.; SLAVER A., G.; DE LA FUENTE B., E.; MIRALLES J., D.; OTEGUI E., M.; SAVIN R. (eds.). Editorial Facultad de Agronomía. Buenos Aires, Argentina.
- SNYDER, R. L. 1985. Hand calculating degree days. *Agric. for. Meteorol.* 35: 353-358.
- TSUBO, M.; MUKHALA, E.; OGINDO, H. O. WALKER, S. 2003 Productivity of maize-bean intercropping in semi-arid region of South Africa. *Water* 29(4): 381-388.
- VOLKE H., V. H. 1982. Optimización de insumos de la producción en la agricultura. Colegio de Postgraduados. Centro de Edafología. 61 p.